

## 透過率可変シースルー HMD

岸 則 政

現実の世界とコンピューターグラフィックス (CG) 映像などの仮想世界とを融合させるシースルーヘッドマウントディスプレイ (シースルー HMD) の応用については映像をみながら作業をする作業システムや医療への応用が提案されている<sup>1)</sup>。自動車分野でのシースルー HMD の応用についても数多く考えられるが、現在は予防安全研究、サービス分野での作業指示等での仮想現実感 (VR) 技術の活用を目的とし研究している。

このように様々な応用が期待されるが実際の現場で用いようとする際には、疲れないでかつ融合画像をみやすくする必要がある。特に後者の立場では、2つの映像が外部の明るさ環境が変化するところで用いようとする事前にその環境の明るさにあったハーフミラーを選択しておく必要がある。この解決方法には液晶シャッターにより明るさを調整するもの、ディスプレイの輝度を変化させ対応するもの等考えられるが様々な解決方法がある。本稿では、角度依存性がなく電気的に透過率を変化させることのできるエレクトロクロミックス (EC) 素子を用いたハーフミラーで解決する方法について述べる。

### 1. シースルー HMD の基本構成

開発した HMD (図 1) の構成は眼球に対面するミラー部に固体型 EC ミラーを用い、さらにフルミラーを介し CG 画像を提示する TV をみる両眼立体視の HMD 構成としてある。このシースルー HMD では表示装置から投影される投影画像とハーフミラー前面から入射する背景画像がハーフミラーで融合する (図 2)。HMD の光学特性は、等倍でみえるようにディスプレイと目の光軸を平行にし、光軸間隔を人間の眼間距離に合わせることで幅角、両眼視差による距離感を再現している。視野は眼球運動だけで情報を得ることが可能な有効視野の範囲をカバーするように水平方向に約 40°、垂直方向に約 30°の範囲で画像が提示される。表示デバイ

スは、装置全体の小型化のために 4 インチの液晶テレビを使用した。水平方向の解像度は換算視力で 0.07 となっている。

### 2. 透過率可変 EC ミラー<sup>2-4)</sup>

#### 2.1 EC ミラーの構成

EC ミラーは、反射防止膜付きのハーフミラーと、EC 層をコーティングしてあるガラスとの張り合わせ構造となっている (図 2)。投影画像をこのハーフミラー側から入射することによりハーフミラー面で直接反射される。よって投影画像の輝度は一定の減衰特性で提示される。一方前方より入射される背景画像は、EC 素子にかけられた電圧によって透過率が変化し減光する。これよりシースルー時の投影画像と背景画像の融合画像のコントラストを調整することを可能とした。

二重像防止の観点で EC 層としては固体型 EC を利用している。EC 層は 5 層から構成される。両外側の層は ITO (酸化インジウムと酸化スズの固溶体) からなる透明電極である。残りの 3 層は三酸化タングステン ( $WO_3$ )、酸化タンタル ( $Ta_2O_5$ )、酸化イリジウム ( $IrO_x$ ) で - 電極から + 電極に向かってこの順に構成されている。

#### 2.2 多層構造をもつ SUPER EC ミラーの構成

より大きな透過率可変範囲をもたせるために、EC 層を 4 層にコーティングした SUPER EC ミラーを試作した。この構成は両外側に配置されるガラス基板内側にそれぞれ EC 層をコーティングしその間を接着剤により接続する 2 層の EC ミラーを 2 組用意しこれを接着剤にて重ね合わせることで 4 層の SUPER EC ミラーを作ることができる (図 3)。

#### 2.3 EC ミラーの性能

EC ミラーは電圧を加えると下記の化学変化によりミラーが着色しその透過率が変化する。電圧を加えると、- 電極側に接続された  $WO_3$  は還元反応により青色のタングステンブロンズ ( $H_xWO_3$ ) に変化する。 $IrO_x$  は酸化反応により灰色の水酸化イリジウム ( $Ir(OH)_x$ ) に変化する。 $H_xWO_3$  は 900 nm を中心とした光を吸収し、これが主とした透過率の減衰要因となる。また、ミ

A seethrough HMD with variable transparency (1995 年 9 月 11 日受理)

Norimasa KISHI 日産自動車(株)総合研究所電子情報研究 (〒237 横須賀市夏島町 1)

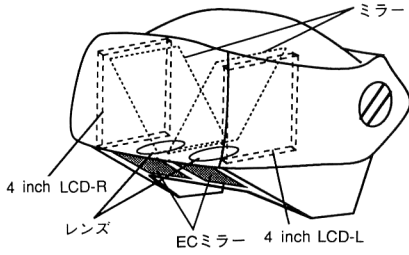


図1 シースルー HMD の構成

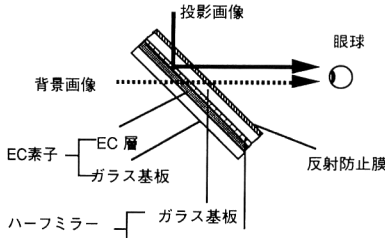


図2 EC ミラーの構成

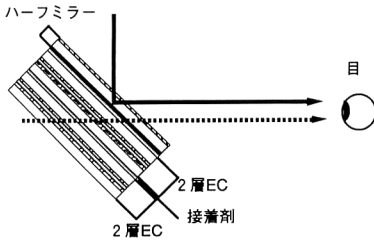


図3 SUPER EC ミラー (4層) の構成

ラーを消色させるには、着色時とは逆の電圧をかけることにより化学反応は逆方向の反応を示し消色する。着色時と消色時における EC ミラーの透過率スペクトル特性を図4に示す。EC ミラーの透過率特性は10~40%の範囲で調整することができる。2Vの印加電圧をもちいた実験で約10秒で透過率が最小になり約3秒で透過率最大の状態に復帰する。

4層のSUPER EC ミラーの透過率特性は、印加電圧

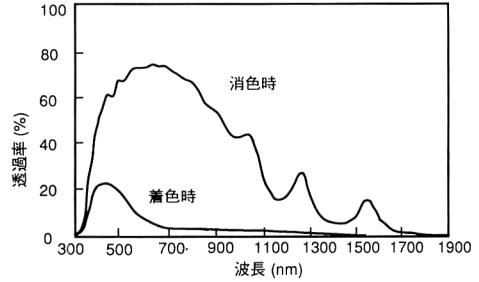


図4 EC ミラーの透過率特性

を1.5Vに下げ時間に対する応答性は向上している。約5秒で透過率が最小になり約1秒で元の透過率最大の状態に復帰する。透過率特性は0.05~3.6%の範囲で調整することができる。

今回開発した EC ミラーは正負電圧をかけると背景画像の明るさを制御することができる。一般の実験環境では背景画像の明るさが変化するため融合画像がみにくい場合があるが、EC ミラーの導入により適切なコントラストに調整でき、よりよい融合画像が得られた。また、現実世界と仮想世界の融合を正しく行うには一番簡明な方法はハーフミラーを用いる構成であるが、適切な映像を得るための小型の広角のシステムを作るのはかなり難しい課題になる。今後この問題にも取り組んでいきたい。

## 文 献

- 1) 日経エレクトロニクス：“ヘッド・マウント・ディスプレイの課題”，9月26日(1994)68-83.
- 2) N. Kishi, M. Takada, K. Matsuda and S. Tachi：“A new see-through display using an electrochromic mirror and its applications,” International Conference on Advanced Mechatronics, Japan Society of Mechanical Engineers (1993) pp. 122-126.
- 3) 岸 則政：“自動車業界における VR 応用技術”，第61回大会講演要旨集，電気化学協会(1994) p. 257.
- 4) 高田雅行，岸 則政，松田国彦，舘 暉：“エレクトロクロミックスを用いた透過率可変型シースルー HMD”，電気学会論文集(1995) pp. 267-272.